TELURIMETRO
Profesional



MI-2124

Manual del usuario

Serie
SMARTEC

Edición 2001

1 INTRODUCCIÓN

Estamos muy satisfechos de ofrecer con este instrumento, uno de muy alta calidad, y de características profesionales, para llevar a cabo la medición de Resistencia de Puestas a Tierra y de la resistividad específica de suelos en la que se basa la estimación de calidad de la puesta a tierra de una instalación. El equipo fue diseñado y producido basándose en muchos años de experiencia en la produccción y uso de instrumentos específicos para medición de resistencia de tierras, e Instrumentos para ensayo de instalaciones eléctricas en general.

1.1 Descripción General

El Medidor de Puesta a Tierra (Telurímetro) SMARTEC es un instrumento profesional, portátil, alimentado por batería interna, pensado para llevar a cabo las medidas de Resistencia a Tierra de acuerdo con el standard de la CE EN 61557 - 5.

El instrumento se puede proveer con la dotación completa de accesorios necesarios para llevar a cabo todas las mediciones para las que ha sido diseñado. El circuito electrónico del Medidor de Tierra ha sido resuelto con tecnología de SMD (Surface Mounted Devices – componentes de montaje superficial) que no requieren prácticamente ninguna intervención de service. Un display de LCD (cristal líquido) adaptado a las prestaciones del instrumento ofrece al usuario una presentación clara y cómoda de los resultados parciales y finales de cada medición así como de los avisos o mensajes que pueden generarse durante las tareas. El uso de este instrumento es simple y fácil, no requiriendo más entrenamiento para el operador que la lectura detallada de este manual.

El paquete de software profesional SmartLink permite además la transferencia simple de los resultados de las mediciones y otros parámetros asociados a ellas entre el instrumento y cualquier PC funcionando bajo MS-Windows 95 o superior.

1.2 Advertencias

Para garantizar la seguridad del operador mientras se llevan a cabo las variadas medidas y pruebas que permite el Medidor de Tierras, así como para evitar daños al instrumento, es necesario tener en consideración las siguientes advertencias generales :

Si el instrumento de ensayo se usa de una manera no especificada en este Manual de Instrucción, la(s) protección(es) del equipo pueden dañarse!

- ❖ No use el instrumento y / o sus accesorios si nota cualquier daño externo en el gabinete, cables, puntas ó jabalinas!
- ❖ La intervención de service o los procedimientos de calibración deben ser realizados sólo por una persona o entidad competente y autorizada!
- ❖ Nunca conecte el instrumento a altos voltajes (tensiones superiores a 30 V).
- ❖ No cargue las baterías alcalinas (pueden liberar líquidos corrosivos dentro del instrumento).
- ❖ Apague el instrumento y desconecte cualquier accesorio de medida conectado a él antes de abrir el compartimiento de la batería.

1.3 Lista de los parámetros medidos por el Medidor de Tierra

Parámetro	Posición del selector de función	Accesorios usados
Resistencia de tierra R_E (método clásico de cuatro terminales)	R_{EARTH}	Cuatro terminales de prueba Dos Jabalinas de prueba
Resistencia de Tierra selectiva R_E (método clásico de cuatro terminales más la pinza)	R_s (clamp)	Cuatro terminales de prueba Dos Jabalinas de prueba Una pinza de prueba de alta sensibilidad
Resistencia de Tierra selectiva R_E (dos pinzas de prueba)	R_E (2 pinzas)	Dos pinzas de prueba

Resistividad de Tierra R_E	ρ EARTH	Cuatro terminales de prueba Cuatro Jabalinas de prueba
Corriente (True R M S)	I_{CLAMP}	Una pinza de corriente de alta sensibilidad

1.4 Normas Cumplidas por el Instrumento

El Medidor de Tierra ha sido diseñado en cumplimiento con:

- EN 61010-1 Norma de Seguridad de la Comunidad Europea
- EN 50081-1 Norma comunitaria para EMC (ruido e inmunidad)
- EN 50082-1 Norma comunitaria para EMC (ruido e inmunidad)

Las mediciones cumplen con la Norma EN 61557

- Resistencia de tierra -------------- EN 61557-5

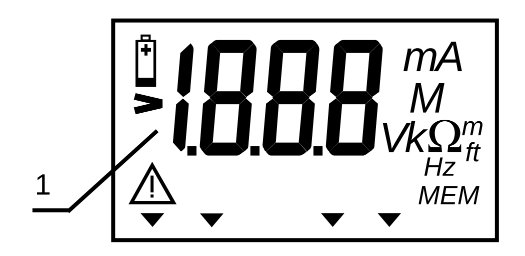
2 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

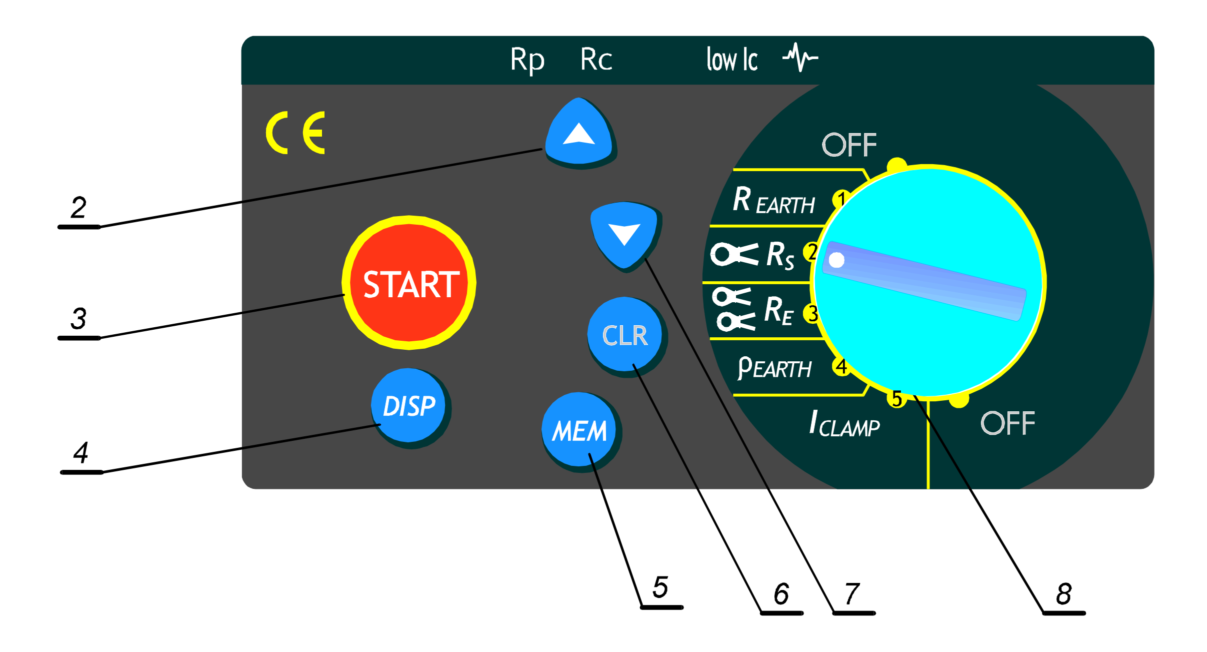
2.1 Gabinete del instrumento.

El instrumento se aloja en un gabinete de material plástico que mantiene la clase de protección eléctrica y mecánica que se define en las especificaciones generales. El gabinete consiste en una sección principal que incluye el panel de operación, los conectores y una cubierta móvil. La cubierta esta fijada permanentemente al gabinete, y no puede ser retirada.

2.2 Panel frontal:

El panel frontal consiste en un display LCD de diseño especial, un selector rotatorio de funciones, y un teclado, tal como se ve en la figura siguiente.





Referencias:

1. Display LCD diseñado especialmente para este instrumento.
2. Tecla Up (↑):
   - Incrementar el código de **MEM** (número de la posición de memoria) para el almacenamiento de resultados.
   - Ver el resultado anterior
   - Seleccionar los valores de los parámetros ajustables por el usuario (ajustes generales).
   - Incremento de la distancia **» a «** entre las jabalinas de prueba, en la función de medición de resistividad de tierra:
3. Tecla **START**:
   - Iniciar cualquier medición.
   - Dejar la función de recuperación de datos almacenados previamente
   - Cancelar el almacenamiento de dartos o el procedimiento de borrado de los mismos.
   - Seleccionar y / o ajustar los siguientes parámetros de las funciones, en Ajustes Generales:
     - La unidad de resistividad de tierra (**Ω / m** ó **Ω / ft**)
     - La frecuencia (**50** ó **60**) Hz.
4. Tecla **DISP:**
   - Para presentar resultados parciales.
   - Para chequear las resistencias de las jabalinas de corriente y potencial (**rC** y **rP**) en la medición de ρearth, R_{earth} y funciones.
5. Tecla **MEM** para almacenar y recuperar resultados en memoria.
6. Tecla **CLR** para borrar resultados memorizados y para restablecer el instrumento.
7. Tecla Down (↓) :
   - Disminuye el código de **MEM** (número de la posición) en el almacenamiento.
   - Ver el próximo resultado
   - Disminución de la distancia **» a «** entre las jabalinas de prueba en la función de resistividad de tierra:
8. Selector rotatorio:
   - Selección de funciones, o apagado del instrumento (posición **OFF**); el auto apagado ocurrirá automáticamente, 10 minutos después de la última pulsación de tecla ó rotación de este selector de funciones.
   - Cancelar el almacenamiento de resultados ó el procedimiento de borrado.
   - Abandonar el procedimiento de recuperación de datos.

2.3 El panel de conectores

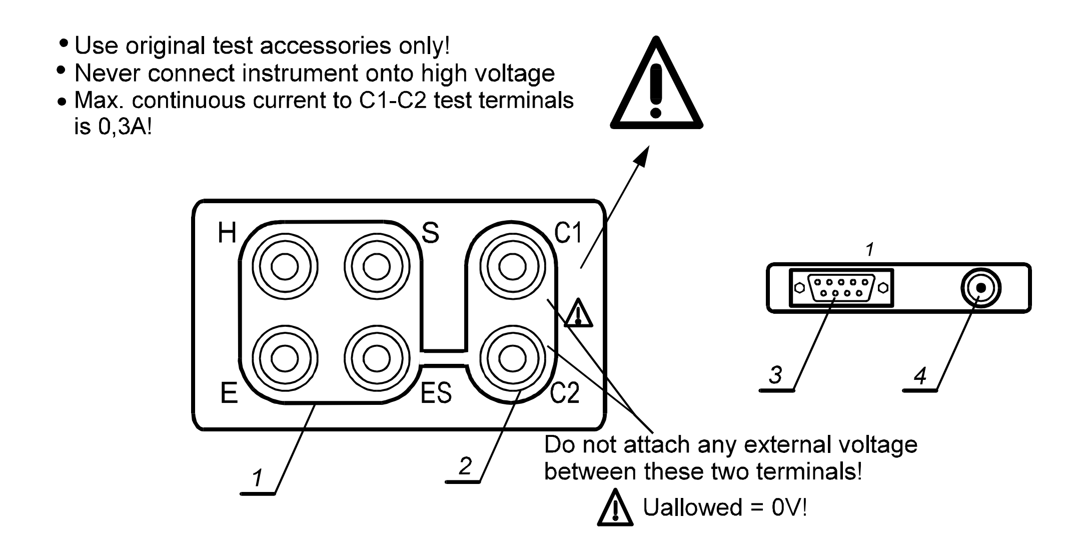


Figura 2. El panel de conectores:

1 Terminales de medición:
- Azul - terminal de prueba H
- Negro - terminal de prueba E
- Rojo - terminal de prueba S
- Verde - terminal de prueba ES

2 Terminales de corriente para pinza C1 y C2
3 Conector RS 232 (para conectar el Medidor de Tierra a la PC)
4 Conector de carga de la batería

Los conectores para conexión de los cables de prueba sólo son accesibles cuando la tapa del instrumento esta completamente abierta. El conector RS 232 y el de carga de la batería sólo son accesibles cuando la tapa del instrumento está completamente cerrada. Esta disposición garantiza un nivel de seguridad razonablemente alto para el operador, pues ambos campos de conectores no son accesibles al mismo tiempo, oficiando la tapa del instrumento como selector y protección.

2.4 Base del instrumento

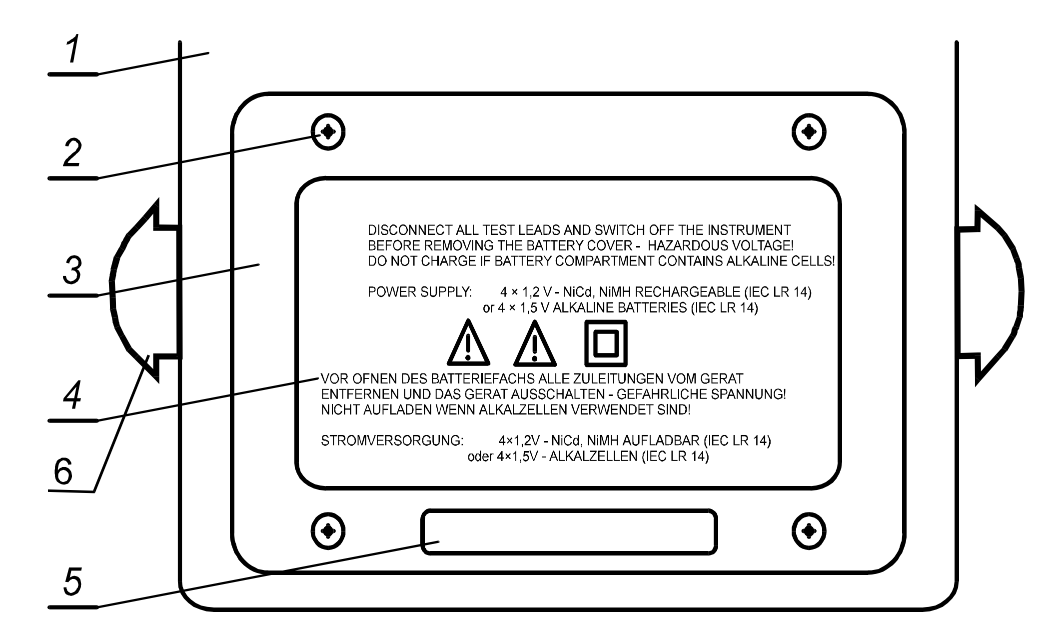


Figura 3. Base del instrumento

Referencias:

1 Gabinete plástico.
2 Tornillos (4) para sujetar la tapa de la batería.
3 Tapa del compartimiento de la batería / pilas.
4 Advertencias de la tapa de batería.
5 Etiqueta de Marca e identificación del instrumento.
6 Sujetador plástico para la correa de transporte.

2.5 Mensajes / Avisos del instrumento

Los distintos mensajes y avisos del instrumento se presentan en el display de LCD mediante símbolos especiales y las diferentes combinaciones de los segmentos numéricos. La figura siguiente muestra todos los posibles segmentos del display junto con los símbolos especiales y la tabla subsiguiente describe los posibles mensajes o avisos.

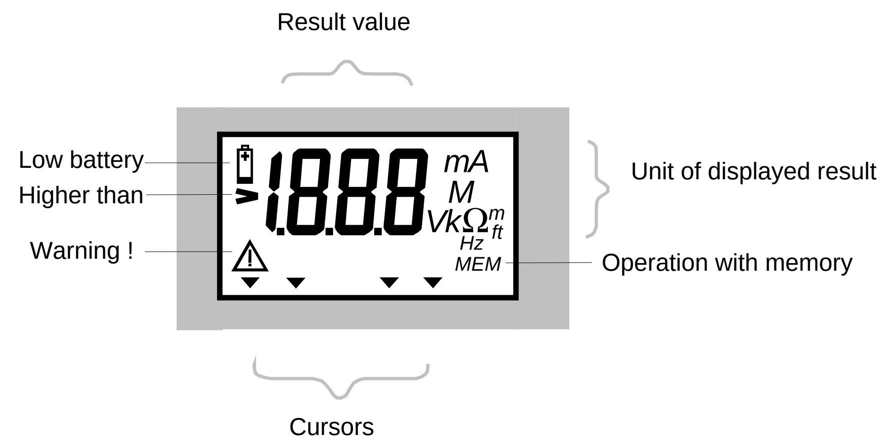


Figura 4. Los segmentos del display y símbolos especiales

Descripción de posibles mensajes o avisos del display:

>1999	Resultado fuera de rango.
ν y > 20 V	El voltaje externo es superior a aprox. 20 Veff.
ν y ▼ en **R_C**	La resistencia de la jabalina de corriente es demasiado alta
ν y ▼ en R_P	La resistencia de la jabalina de potencial es demasiado alta
ν y ▼ I_C Bajo	Corriente detectada por la pinza es menor que 0,5 mA
ν y **A**	La corriente de ruido es superior a aprox. 2,1 A y / o el voltaje de ruido es superior a aprox. 5 V
MEM	Operando con la memoria (guardado o recuperación).
no MEM	No hay resultados almacenados par recuperar
RCL	Habilitación de la recuperación de datos de memoria.
Clr MEM	Confirma o aborta el borrado del último resultado guardado?
Clr / ALL	(parpadeando) Confirma o cancela el borrado de todos los resultados guardados?
FUL	Memoria llena.
toP	Último resultado guardado en esta posición - no hay más resultados
bot	Primer resultado guardado en esta posición- no hay mas resultados
SEr	Comunicación serie activa.
Fr	Ajustes generales - selección de frecuencia
LEn m	Ajustes Generales - selección de unidad de medida en la medición de Resistividad de Tierra
	Las baterías son demasiado débiles - reemplace las baterías.
rES	***** Restablecimiento del instrumento (borrado de los registros).

Tabla 1. Mensajes

***** Esta indicación aparece después de la inserción de baterías nuevas, p. ej. . cuando las baterías no fueron reemplazadas de inmediato o fueron retiradas por un período extendido de tiempo (p. ej. algunas horas), si el microprocesador descubre una irregularidad en el contenido de su memoria interna o si el usuario efectuó el restablecimiento del instrumento.

3 INSTRUCCIONES DE MEDICIÓN

3.1 Resistencia de tierra

El Medidor de Tierra puede llevar a cabo medición de la Resistencia de puesta a Tierra, mediante el uso de tres métodos diferentes, el de cuatro terminales, la medición selectiva, y la medición sin desconexión de las jabalinas mediante pinzas de corriente. El método más apropiado debe ser seleccionado manualmente por el operador, y esta elección depende de la configuración del sistema de puesta a tierra a ser medido.

Es posible efectuar la medición selectiva de puestas a tierra, usando pinzas de corriente sin ser necesaria entonces la desconexión mecánica de la jabalina en cuestión. Es posible también efectuar la medición sin utilizar jabalinas, utilizando en cambio dos pinzas de corriente (inyectora y medidora) en sistemas donde haya tomas de tierra en paralelo.

3.1.1 Método de medición standard de cuatro terminales

El método de cuatro terminales es superior al método usual de tres terminales en cuanto a la posibilidad de eliminar o reducir los errores accidentales debido a la resistencia de contacto, la que suele manifestarse en la conexión común de la fuente corriente con la entrada de medición. Esta resistencia se localiza usualmente en un pobre contacto eléctrico entre los clips de conexión con el electrodo de tierra, usualmente corroído.
La distancia entre el electrodo de puesta a tierra bajo prueba y la jabalina de corriente H debe ser por lo menos 5 veces la profundidad de electrodo de puesta a tierra (si es una jabalina) o la longitud del electrodo de banda (en caso de ser cinta metálica o malla) (vea Figura 5).
Cuando se mide en un sistema complejo de puesta a tierra, la distancia indicada depende de la mayor distancia diagonal (d) entre electrodos de puesta a tierra individuales. (vea Figura 6).

Paso 1
Conecte el instrumento de prueba y el objeto (instalación de puesta a tierra) de acuerdo con las figuras siguientes.

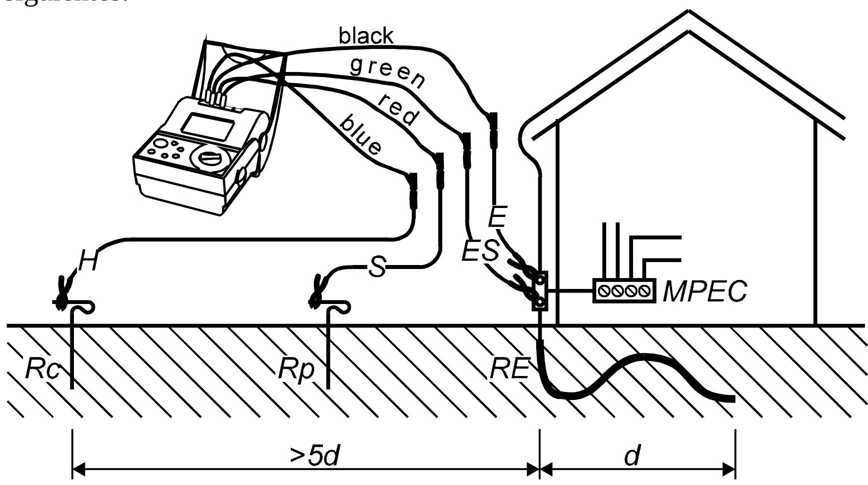


Figura 5. Conexión de cables de medición standard de 20 m.

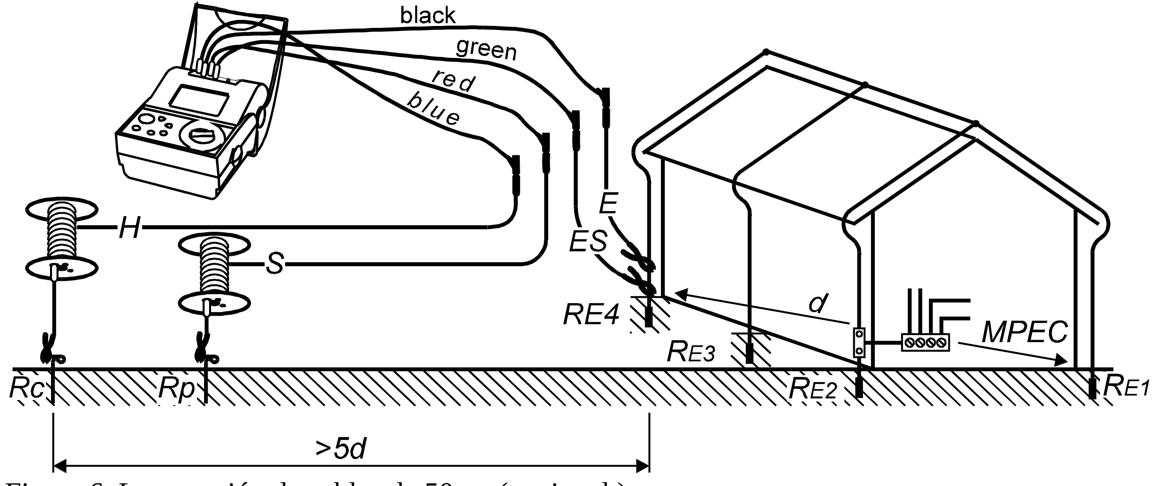


Figura 6. La conexión de cables de 50 m. (opcional).

$R_{Earthtot} = R_{E1} // R_{E2} // R_{E3} // R_{E4}$

$R_{E1\text{--}E4}$	Resistencia separada de la puesta a tierra
$R._P$	Rresistencia de la jabalina de potencial
R_C	Resistencia de la jabalina de corriente
$R_{Earthtot}$	Resistencia total del sistema de puesta a tierra

Paso 2

Gire el selector de función a la posición R_{EARTH}, y el display presentará lo siguiente:

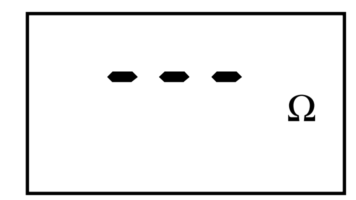


Figura 7. Indicación inicial de la función Resistencia de tierra.

Paso 3

START Lea el resultado de la prueba. Si usted quiere realizar más de una medición consecutiva, presione START y mantenga apretado hasta que la lectura se estabilice; suelte la tecla, y el instrumento mostrará la última medición efectuada.

DISP El instrumento verifica las resistencias parásitas de la jabalina de corriente y de la de potencial; al presionar DISP por primera vez, el instrumento mostrará primero el símbolo rP, y luego el valor de rP, el símbolo rC y luego el valor de rC. Inmediatamente después de unos segundos, el display presenta automáticamente el resultado principal (resistencia de tierra).

❖ Si para propósitos de documentación se desea almacenar el resultado de la medición, vea las instrucciones de cómo usar la memoria interna en el capítulo 4.1. Almacenamiento de resultados de las mediciones.

Notas!

- Cuando está presente entre los terminales de medición H y E o ES y S un voltaje externo superior a 20 V C. A. / C. C. , la medición de Resistencia a Tierra no se llevará a cabo, pues el instrumento se inhibe para evitar errores de medición elevados, en cambio el display mostrará el mensaje > **20 V**, remarcado con el símbolo ν !
- En el caso que haya presente ruido eléctrico de voltaje aprox. 5 V o mayor, entre los terminales H y E o ES y S , el display mostrará el cursor posicionado sobre " ⏦ " (ruido) indicando que el resultado de la prueba puede no ser correcto!

- Si la resistencia de la jabalina de corriente o de potencial es demasiado alta (> 4 k Ω + 100 R_E) o >50 k Ω, cualquiera que sea menor), el resultado de la prueba se marcará con el símbolo ν y en el cursor aparecerán rC y / o rP.

- Si el resultado de la prueba está fuera del rango de medida (conexión de jabalinas abierta), el display indicará >**19,99 k Ω** no pudiendo tomarse este valor como válido!

3.1.2 Método Standard de cuatro terminales y pinza (MA 221) (medición de resistencia de tierra selectiva).

Si hay varios electrodos de la instalación de puesta a tierra conectados en paralelo (vea figura 8), es entonces muy importante conocer la calidad de cada electrodo medido en forma individual. Esto es especialmente importante cuando el sistema de puesta a tierra se planea para protección contra descargas atmosféricas, porque cualquier inductancia dentro del sistema de puesta a tierra representa un peligro potencial importante (debido al aumento de la impedancia en función de la alta frecuencia equivalente de los pulsos de la descarga atmosférica). Para probar cada electrodo separadamente, cada uno de ellos debe separarse eléctrica y mecánicamente, pero las conexiones mecánicas normalmente son muy difíciles de desconectar debido su ubicación o bien por los elementos de conexión corroídos (los tornillos, tuercas, espaciadores, etc.). La ventaja principal del método de medida selectivo con pinza es que no hay ninguna necesidad de desconectar el electrodo del sistema para llevar a cabo la prueba.

Paso 1

Conecte las jabalinas de prueba y la pinza de corriente de alta sensibilidad (MA 221) al instrumento y a la instalación a medir, de acuerdo con la figura siguiente.

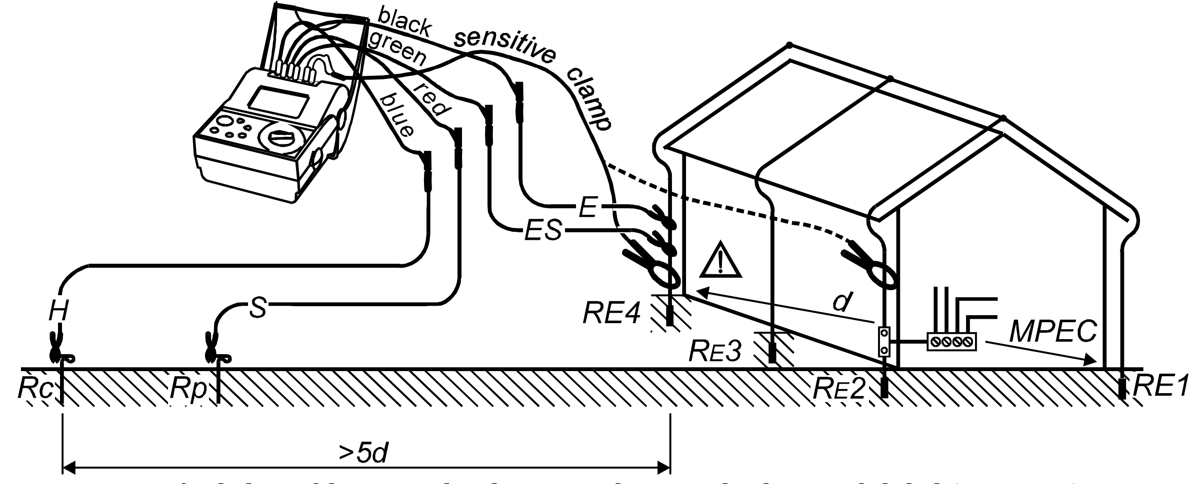


Figura 4. Conexión de los cables normales de 20 m y la pinza de alta sensibilidad (MA 221)

ν...¡Asegúrese que la pinza de alta sensibilidad (MA 221) se conecta por debajo del cable correspondiente al terminal E tal como muestra la figura , dado que de otra manera se medirá la resistencia de todos los demás electrodos de tierra en paralelo (R_{E1} ... R_{E4})!

$$R_S = \frac{U}{I_{clamp}} = R_{E4}$$

R_{E4} Resistencia de la puesta a tierra selectiva del electrodo E4
U Tensión de prueba
I_{clamp} Corriente medida por la pinza de alta sensibilidad
R_S Resistencia de tierra selectiva

Paso 2

Gire el selector de funciones a " R_S " , con lo que aparecerá en el display el siguiente menú:

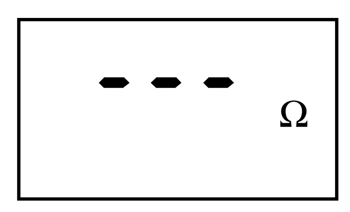


Figura 9 Menú inicial de Resistencia de Tierra.

Paso 3

START Observe el Resultado de la medición. Si usted quiere realizar más de una medición, mantenga presionada la tecla START, con lo que el instrumento efectuará mediciones sucesivas. Espere hasta que la medición se estabilice en un valor, y libere la tecla.

DISP El instrumento permite verificar la resistencia de las jabalinas de corriente y de potencial, presentando en el display primero la indicación **rP** seguido por el valor de **rP**, luego la indicación **rC** seguido por el valor de **rC** y por último presenta el valor correspondiente a la resistencia de tierra medida.

❖ Si para propósitos de documentación se desea almacenar el resultado de la medición, vea las instrucciones de cómo usar la memoria interna en el capítulo 4.1. Almacenamiento de resultados de las mediciones.

Notas!

- Si hay presente un voltaje externo superior a 20 V c. a. / c. c. entre los terminales de medición H y E o ES y S, la medición de Resistencia a Tierra no se llevará a cabo después de la presión sobre la tecla START; en cambio el display mostrará el mensaje **> 20 V**, remarcado con el símbolo ν!
- En el caso que haya presente ruido eléctrico de voltaje aprox. 5 V o mayor, entre los terminales H y E o ES y S , el cursor se desplazará hacia la marca " " (ruido) indicando que el resultado de la prueba puede no ser correcto!
- Si la resistencia de la jabalina de corriente o de potencial es demasiado alta (> (4 k Ω + 100 R_E) o >50 k Ω, (cualquiera que sea menor), el resultado de la prueba se marcará con el símbolo **ν** y en el cursor aparecerán las indicaciones **rC** y / o **rP** según sea el caso.
- Si el resultado de la prueba está fuera del rango de medida (por p. ej. conexión de jabalinas abierta), el display indicará **>1,99 k Ω** no pudiendo tomarse este valor como válido!
- Si la corriente medida con la pinza de alta sensibilidad es más baja que 0,5 mA, el cursor indicará **Low** $\mathbf{I_c}$ (corriente baja), indicando que ese resultado puede no ser correcto. Esto puede pasar si se está midiendo un sistema grande de puesta tierra de pararrayos o en los casos de alta resistencia de la jabalina de corriente.
- Si una corriente de ruido superior a aprox. 2,1 A está presente en el conductor abrazado por la pinza, el cursor indicará el símbolo de " " (ruido), indicando que el resultado de la prueba puede no ser correcto. El valor de corriente de ruido puede además medirse en la función CURRENT.

3.1.3 Medida de Resistencia de tierra con dos pinzas de prueba

El principio de medición con dos pinzas permite efectuar la medición prescindiendo de las jabalinas auxiliares. Como ejemplo de utilización de este método, lo tenemos en instalaciones donde es imposible el enterramiento de las jabalinas, como en áreas completamente construidas, o en la medición de grandes sistemas de puesta a tierra complejos (vea la figura 10). La ventaja de este principio es que no hay necesidad de buscar sitios apropiados para clavar las jabalinas auxiliares, ni tampoco separar eléctricamente los electrodos o jabalinas de puesta tierra que se desea medir. El circuito eléctrico equivalente de la medición se muestra en la Figura 10.

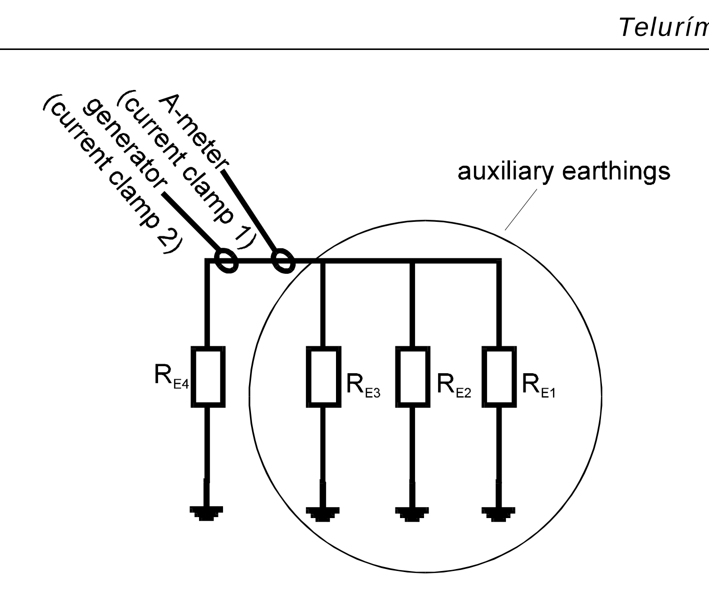


Figura 10 Diagrama de circuito eléctrico equivalente

Si la Resistencia de Tierra total de los electrodos conectados en paralelo R_{E1}, R_{E2}, y R_{E3} es mucho menor que la resistencia del electrodo medido, R_{E4}, puede entonces aceptarse el siguiente resultado:

$$R_{result} = R_{E4} + (R_{E1} // R_{E2} // R_{E3}) \approx R_{E4}$$

Ésta es una buena aproximación a la medición de resistencia selectiva de R_{E4}.
Las resistencias de los restantes electrodos de puesta a tierra se medirán desplazando la pinza sobre ellos.

Paso 1
Conecte las pinzas de prueba al instrumento y a la instalación a verificar de acuerdo con la figura siguiente (las pinzas de prueba deben estar separadas por lo menos 30 cm una de la otra).

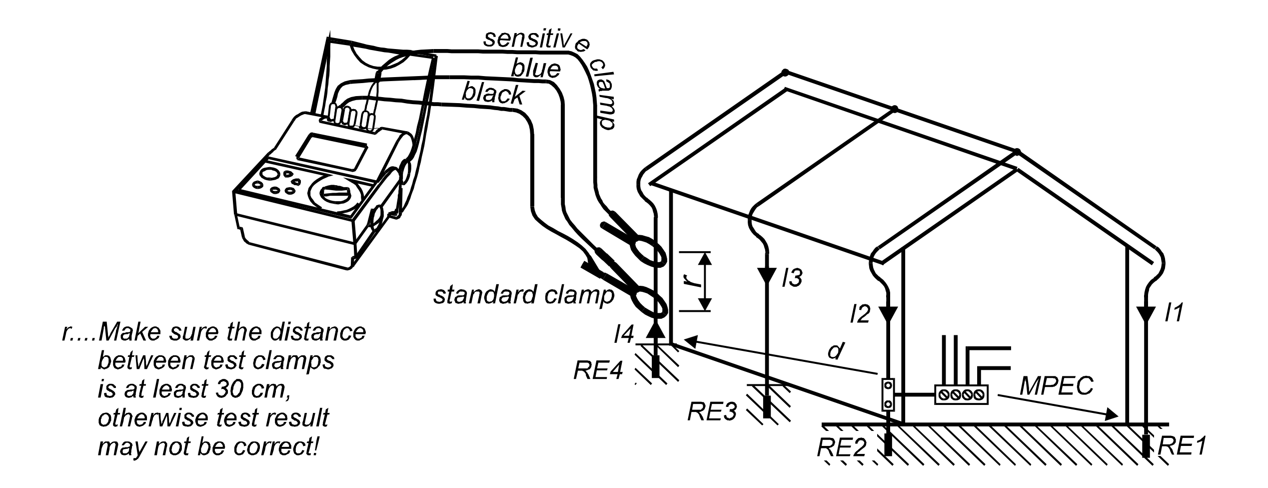


Figura 11 Conexión de dos pinzas de prueba

Paso 2

- Gire el selector de función a la posición " R_E " mostrando el siguiente display:

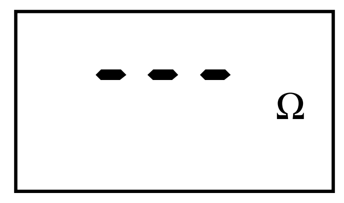


Figura 12. Display inicial de Resistencia de tierra.

Paso 3

La medición comienza (la misma es constante), y el instrumento presenta en forma continua los resultados.

El último resultado obtenido se mantiene en el display hasta que se apague el instrumento, o la lectura sea reemplazada por una nueva.

- ❖ Si para propósitos de documentación se desea almacenar el resultado de la medición, vea las instrucciones de cómo usar la memoria interna en el capítulo 4.1. Almacenamiento de resultados de las mediciones.

Nota

Procedimiento para el ajuste de pinza no original (si se usara como generador)

Si se utiliza una pinza distinta que la suministrda por Metrel, esto podría influenciar seriamente los resultados obtenidos (debido al diferencias en la inductancia del bobinado del transformador de corriente). Es posible, sin embargo compensar las diferencias entre pinzas de relación 1000 : 1 de otros fabricantes.

Procedimiento para la compensación de la pinza no - original:

La pinza sustituto debe tener las mismas especificaciones eléctricas que la original MA 201:

- ❖ **Relación de transformación : (1000 A / 1 A)**
- ❖ **Rango de corriente máximo: 1000 A**

1. Realice la reinicialización del instrumento (vea las instrucciones en el capítulo 4.3 Reinicialización del instrumento).
2. La compensación tiene que ser realizada en un lazo resistivo de 10 Ω.
3. Considere la distancia mínima admisible entre ambas pinzas.
4. Realice una medición.
5. Después de obtener una lectura como resultado (debe ser un valor de entre 3 Ω y 30 Ω) presione la tecla UP **[↑]** y durante 10 segundos. Si la compensación se realiza con éxito, el display indicará **CAL**.
6. Presione la tecla **MEM** para confirmar la operación de compensación, o cualquier otra tecla para cancelar el procedimiento.

Tenga en cuenta que las especificaciones técnicas indicadas al final de este manual no pueden ser garantizadas en este caso. Al efectuar el restablecimiento del instrumento, se cargan nuevamente los valores de fábrica.

3.2 Resistencia Específica de Tierra

Al definir los parámetros de un sistema de puesta a tierra para una instalación cualquiera, es aconsejable medir la resistencia específica del terreno, ó Resistividad de Tierra, la longitud y superficie requerida de los electrodos de tierra, profundidad más apropiada para el enterramiento de los electrodos, etc.

Las cuatro jabalinas de prueba se entierran a una distancia igual a “ a ” a una profundidad de 5% de “a.” La Resistencia de Tierra específica - ρ - se calcula entonces con la siguiente fórmula :

$$\rho = 2\pi a R$$

donde:

a: la distancia entre dos jabalinas (en metros).
R: la resistencia del terreno ubicado entre las dos jabalinas

Las Unidades son: Ω / m : Países europeos
Ω / ft : EEUU.

Por esta razón, el instrumento posee las dos unidades y también permite el uso de las dos unidades de longitud para el ingreso de la distancia “ a “ entre jabalinas. Vea el procedimiento en el cap. 4.4 Ajustes generales.

Paso 1

- Conecte las jabalinas de prueba con sus cables al instrumento, de acuerdo a la siguiente figura .

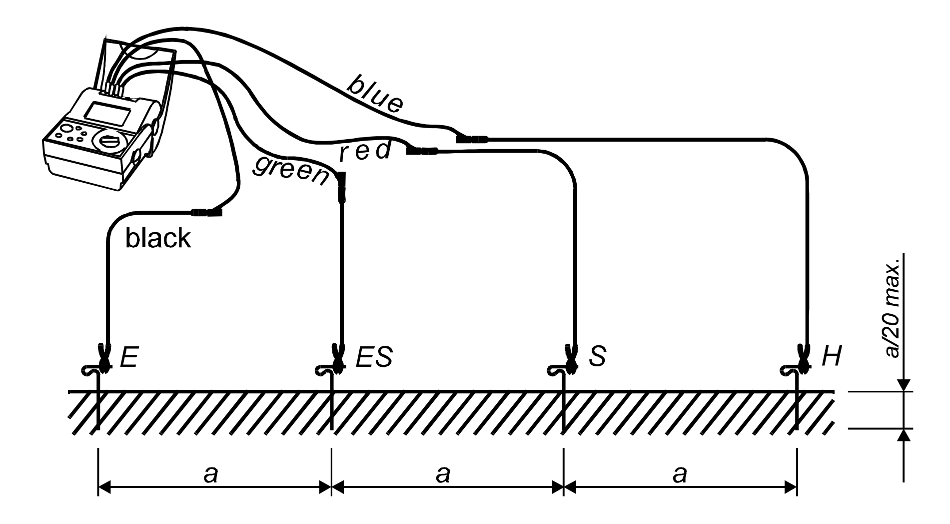


Figura 13. Conexión de las jabalinas con el cable standard de 20 m

Paso 2

- Gire el selector de función a la posición de ρ_{EARTH} , con lo que el display indicará lo siguiente:

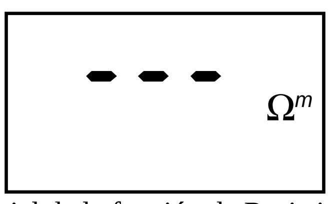


Figura 14. Display inicial de la función de Resistividad de Tierra.

Paso 3

- Ingrese el valor de la distancia “ a ” entre las jabalinas de prueba. Este valor debe ser igual a la distancia real usada durante la medición, de otra manera el resultado del ensayo de resistividad errojará un resultado erróneo.

Habilite el modo de ajuste del valor de distancia : Distance value adjustment mode. En el display aparecerá intermitentemente el valor inicial (de fábrica) si se usa el instrumento por primera vez, o el último valor elegido según sea el caso.

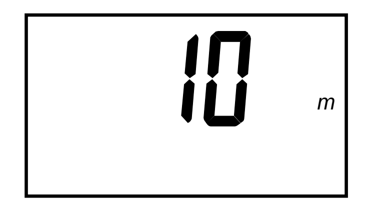


Figura 15 Ajuste del valor de Distancia "a " .

El último valor elegido de »a » parpadea.

Distancias Disponibles		Paso (m / ft)
(m)	(ft)	
1 ÷ 30	1 ÷ 90	1

Ajuste a la distancia apropiada " a " . Cada vez que se pulsa la tecla de subir [↑] o bajar [↓], el valor de distancia se incrementa o disminuye en el valor de cada paso; si se mantiene pulsado, la variación es continua. Tenga en cuenta que las jabalinas deben ser separadas una de otra a la distancia establecida en el instrumento para mantener lo más reducido posible el error en la medición de resistividad.



Vuelva al menú inicial de Resistividad de Tierra.

Paso 4

Observe el resultado de la medición. (Si usted quiere realizar más de una medición, mantenga la tecla **START** presionada y espere hasta que el resultado obtenido sea estable. Libere la tecla para suspender la función. El último resultado quedará retenido en el display, hasta tanto se obtenga una nueva lectura.

Adicionalmente, verifique las resistencias de las jabalinas de corriente y potencial. El instrumento primero presenta el valor de rP, luego el de rC, y recién entonces el valor actual de la resistividad del suelo.

❖ Si para propósitos de documentación se desea almacenar el resultado de la medición, vea las instrucciones de cómo usar la memoria interna en el capítulo 4.1. Almacenamiento de resultados de las mediciones.

Notas!

- Si entre los terminales de medición H y E o ES y S hay presente una tensión externa superior a 20 V c. a. / c. c. , la medición de Resistencia a Tierra no se llevará a cabo después de presionar la tecla START; en cambio el display mostrará el mensaje > **20 V**, remarcado con el símbolo **ν**!
- En el caso que haya presente ruido eléctrico de voltaje aprox. 5 V o mayor, entre los terminales H y E o ES y S , el cursor en el display se posicionará sobre la marca de " -⁄\/- " (ruido) indicando que el resultado de la prueba puede no ser correcto!
- Si la resistencia de la jabalina de corriente o de potencial es demasiado alta (> (4 k Ω + 100 R_E) o >50 k Ω, cualquiera que sea menor), el resultado de la prueba se marcará con el símbolo ν y en el cursor aparecerá las indicación **rC** y / o **rP** según sea el caso.
- Si el resultado de la prueba está fuera del rango de medida (por p. ej. conexión de jabalinas abierta), el display indicará **>999 k Ωm** para dist. a < 8 m) ó **> 1999 k Ωm** para dist. a ≥8 m) o bien indicará **>999 k Ω ft** (para dist. a < 8 ft) ó **> 1999 k Ω ft** para dist. a ≥8 ft)

3.3 Corriente (True RMS)

En los sistemas de puesta a tierra complejos con numerosos electrodos conectados en paralelo u otros sistemas eléctricos conectados al sistema de puesta a tierra, puede encontrarse la circulación de grandes corrientes de fuga.
La forma de onda de la corriente de fugas medida es normalmente no - sinusoidal, o sea con importante contenido de armónicas. La aparición de armónicas se debe a la acción combinada de distintas cargas o circuitos de funcionamiento no lineal (lámparas de descarga gaseosa, rectificadores, controladores de motores, circuitos de corrección de factor de potencia, etc.) . Es por esta razón que es importante que las

mediciones se efectúen con un instrumento capaz de detectar el valor eficaz verdadero (True R.M.S) de la señal.
Las altas corrientes de fuga presentes en el sistema de puesta a tierra pueden ser causadas por las diferentes fallas posibles en las instalaciones eléctricas o en el mismo sistema de puesta a tierra.

❖ **No aplique tensión alguna entre los terminales marcados C1 y C2 del instrumento.**

Paso 1

❖ Conecte la corriente o la pinza de corriente (relación 1000 : 1) al medidor de puesta a tierra , (vea la figura 16. Tenga en cuenta que la pinza de alta sensibilidad **MA 221** suministrada por **METREL,** puede cubrir el rango desde 0,5 mA a 20 A, mientras que una pinza de rango normal puede medir dentro de los 10 mA a 20 A.

❖ Gire el selector de funciones a la posición marcada **CURRENT (Clamp)** y el display indicará lo siguiente:

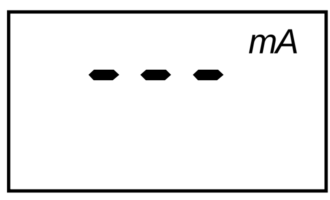


Figura 16. Display inicial de la función de corriente

Paso 2

Conecte la pinza de alta sensibilidad al conductor cuya corriente se desee medir según la siguiente figura.

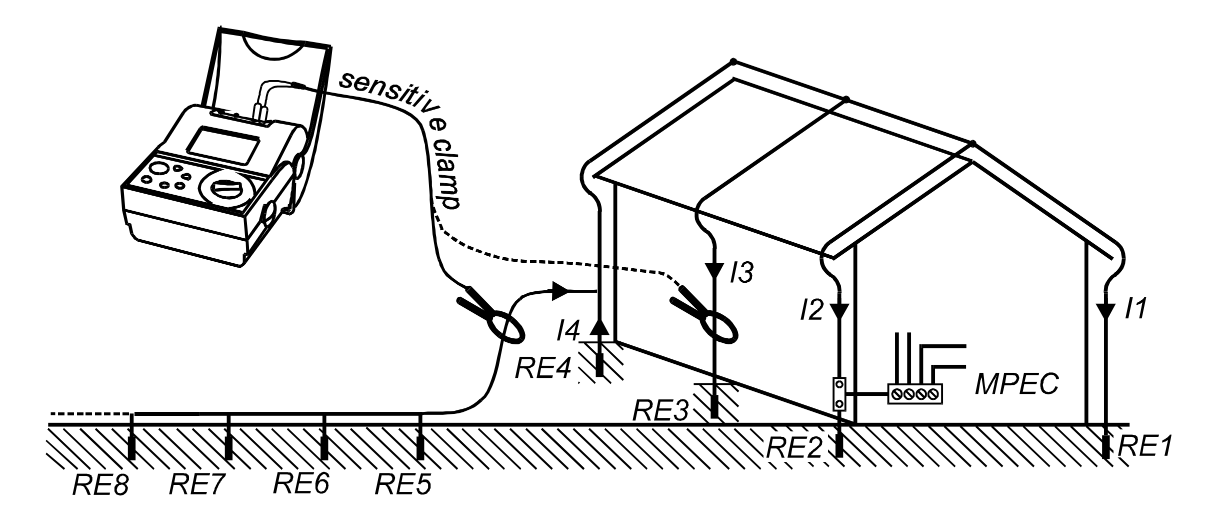


Figura 17. Conexión típica de pinza de corriente (para medir corrientes de ruido).

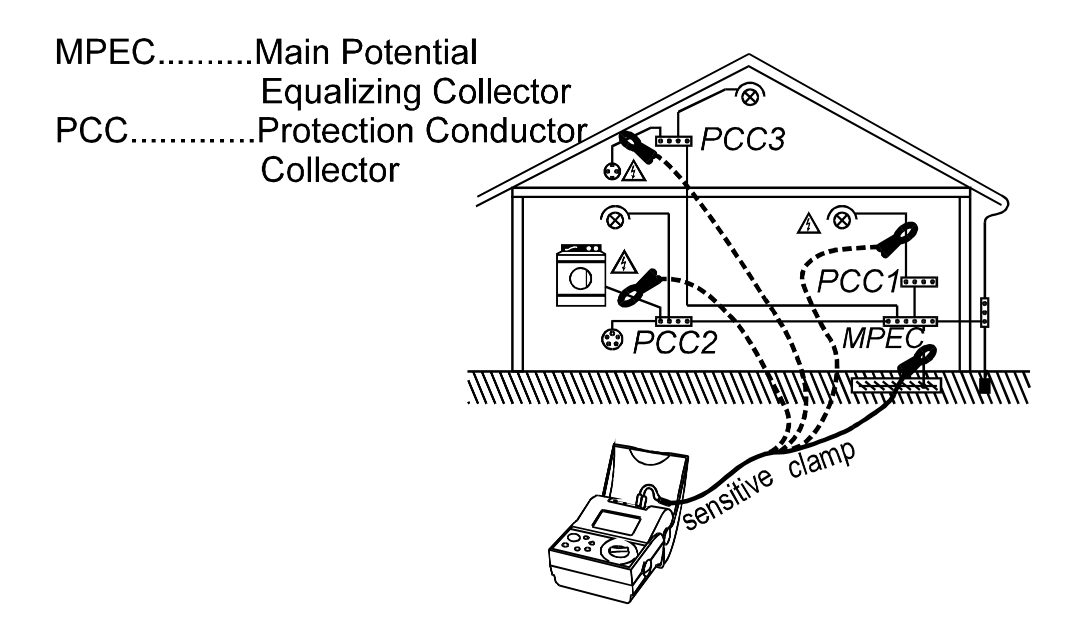


Figura 18. Conexión típica de pinza de alta sensibilidad (MA 221) durante la búsqueda de fallas en una instalación típica.

Paso 3

START La medición comienza mientras que el proceso es contínuo, entonces, el resultado se muestra en forma constante.


El último resultado que se obtenga quedará indicado en el display.

❖ Si para propósitos de documentación se desea almacenar el resultado de la medición, vea las instrucciones de cómo usar la memoria interna en el capítulo 4.1. Almacenamiento de resultados de las mediciones.

4 MEMORIA Y OTRAS OPERACIONES

4.1 Memoria

La memoria para el almacenamiento de resultados de las mediciones tiene una organización de posiciones de agrupamiento en pila. El operador puede organizar hasta 250 posiciones de memoria. Cada posición de memoria puede almacenar cualquier resultado obtenido. En el modo de Almacenamiento de resultado (Storing result) el operador selecciona un código de **MEM** (número de posición) y el resultado se almacena junto con todos los parámetros asociados a él en la posición de memoria seleccionada. Todos los resultados pueden guardarse bajo un solo código de MEM, por ejemplo No.: 001, si no hay necesidad de agruparlos. La figura siguiente explica la organización de las posiciones de memoria, bajo un código MEM específico.

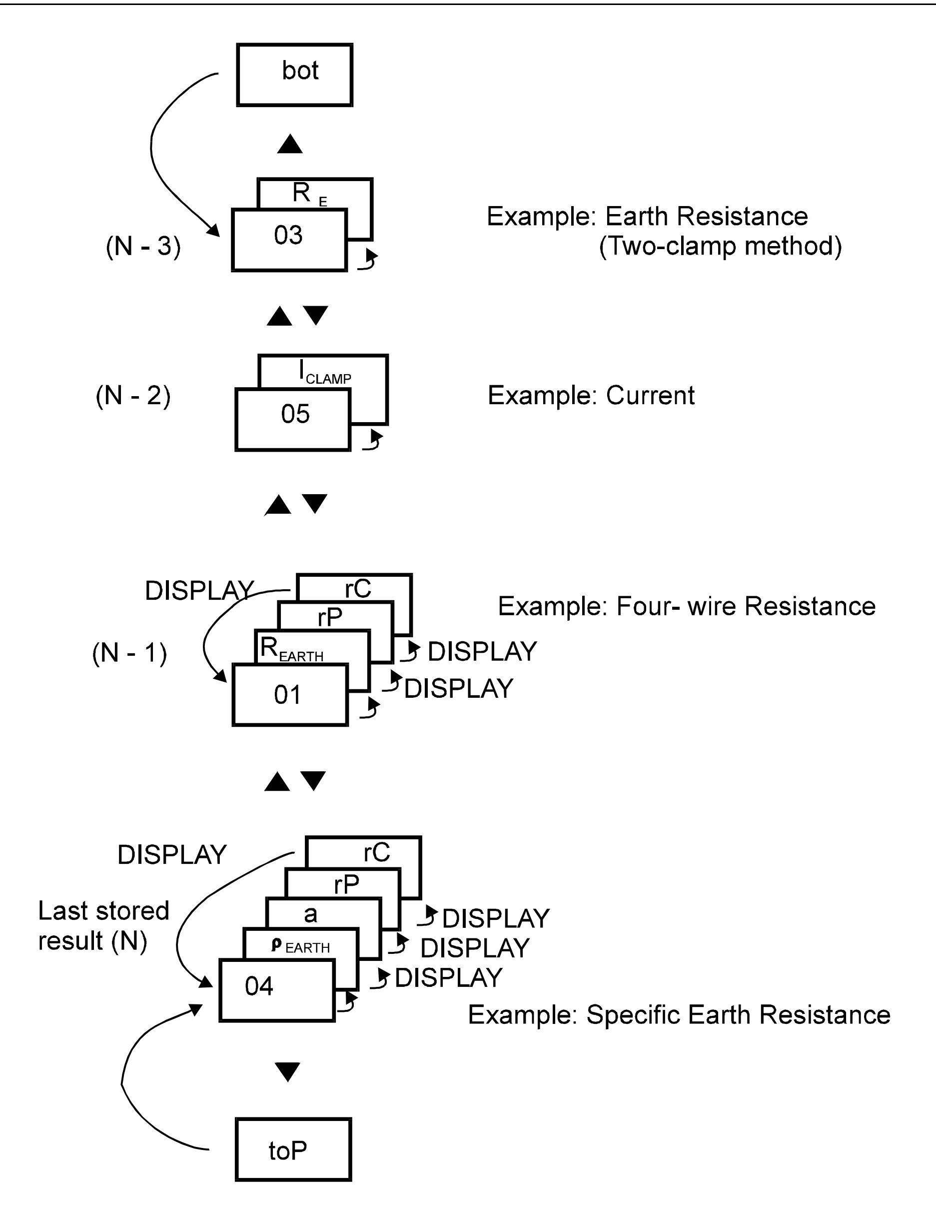


Figura 19. Organización de las posiciones de memoria

Los Parámetros Almacenados

La siguiente es una lista de resultados, los subresultados, y parámetros guardados para cada función.

Función	#	Datos almacenados y parámetros asociados	Función	#	Datos almacenados y parámetros asociados
R_{EARTH}	1	Código de la función La resistencia de tierra La resistencia de las jabalinas de potencial y corriente	ρ EARTH	4	El código de la función La resistencia de tierra La distancia seleccionada "a " La resistencia de las jabalinas de potencial y corriente
R_s una pinza	2	Código de la función Resistencia selectiva de tierra; La resistencia de las jabalinas de potencial y corriente			
R_E dos pinzas	3	Código de la función La resistencia selectiva de tierra	Corriente	5	El código de la función Valor de Corriente

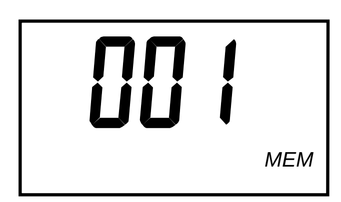
4.1.1 Almacenamiento de los resultados de las mediciones.

❖ Si para propósitos de documentación se desea almacenar el resultado de la medición, siga el proceso que se describe a continuación

Cómo guardar el resultado de una medición

Una vez que el resultado de la medición se presenta en el display, el procedimiento siguiente permite guardarlo en memoria :

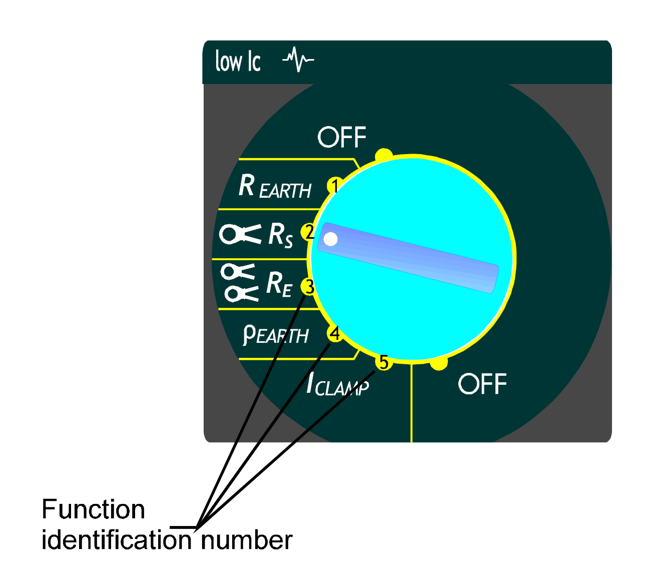
Presionar la tecla MEM; El instrumento presenta en el display el último código de memoria usado (parpadeando) ;



Una vez que el instrumento muestra el último código MEM usado, seleccione la posición deseada (desde la 001 hasta la 250) con las teclas ↑ ó ↓ ;

Presione MEM nuevamente para confirmar la operación, ó para cancelar presione START ó bien gire el selector rotativo de funciones;

Después de que el resultado de la medición ha sido almacenado, anote el código correspondiente a la posición MEM utilizada para permitir la localización posterior del dato.
Siempre que se usa el procedimiento indicado, el instrumento almacena en forma automática el resultado principal, subresultados (resistencia de jabalinas de potencial y de corriente) y los parámetros correspondientes a la función utilizada.
Los resultados reiterados de pruebas extensas (sin tener en cuenta la función utilizada) pueden guardarse bajo el mismo código de posición. Esto puede hacerse simplemente presionando dos veces la tecla MEM después de cada medición. Los resultados guardados pueden recuperarse siempre que se necesite para el chequeo visual. Pueden recuperarse el resultado principal, los subresultados, y los parámetros de la función seleccionada.



NOTAS

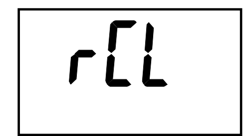
- ❖ Cada resultado puede ser almacenado solamente en una única posición de memoria.
- ❖ Presione **START** o gire el selector rotativo para cancelar la operación.
- ❖ Cuando todas las posiciones de memoria estén ocupadas, el instrumento producirá el mensaje **FUL** en el display para indicar esta condición.

4.1.2 Recuperación de resultados almacenados

Los resultados almacenados pueden ser recuperados en cada oportunidad que así lo requiera para su inspección, comparación, etc. Pueden recuperar el resultado principal, los subresultados y parámetros de la función seleccionada.

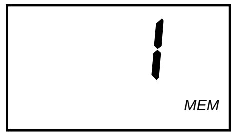
Cómo recuperar los resultados almacenados.

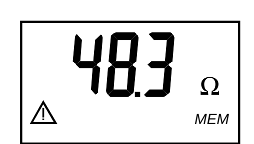
MEM Presione MEM; El display mostrará la leyenda **rCL** por un momento, seguido por el último código MEM usado (parpadeando).





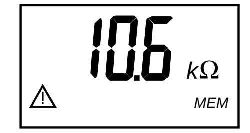
Presione las teclas ↑ ó ↓ para seleccionar el código de MEM buscado. El código de MEM dejará de parpadear . Seguidamente el instrumento presenta el número de identificación de la función, y luego de esto aparecerá el último resultado guardado.







Presione DISP para ver subresultados y parámetros de la función.





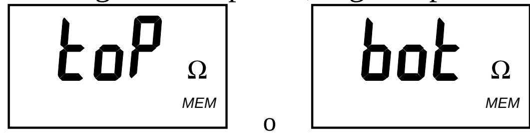


Con las teclas ↑ ó ↓ desplácese a otros resultados almacenados bajo el mismo códigode MEM . El código numérico de la función usada será presentado, seguido por el resultado principal (seleccionado por la tecla DISP) antes de usar la teclas de ↑ ó ↓.



Presione DISP nuevamente para Verificar subresultados y parámetros de la función.

Cuando se alcanza el último o primero de los resultados, el instrumento lo avisa mostrando la leyenda “ toP ” o “ bot ” según corresponda, seguido por ese resultado.





Presione START para abandonar y regresar al display inicial de la función seleccionada.

Si no hay resultados guardados en absoluto entonces el display mostrará el mensaje “ **no** ” luego de presionar la tecla MEM.

Si no hay ningún resultado guardado bajo el código de MEM elegido, el instrumento indicará “ no ” en el display y presentará la función seleccionada en estado ocioso.

4.1.3 Borrado de resultados almacenados

Están disponibles para el operador dos modos de borrar los resultados almacenados:

- Borrado de Todos los resultados almacenados en un paso
- Borrado del último resultado almacenado.

Cómo borrar todos los resultados en un solo paso.

Presione y sostenga Clr hasta que aparezcan los mensajes **Clr** - MEM / **ALL** - MEM y empiezan a alternar (aprox. 3 s), tal como lo indica la figura siguiente:



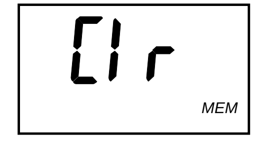


Confirme el borrado presionando Clr nuevamente; todos los resultados guardados se borrarán. Para cancelar el proceso, presione START o bien gire el selector de funciones a otra posición.

Cómo borrar el último resultado almacenado



Presione **Clr** una vez; en el display aparece el mensaje Clr MEM tal como se indica a continuación.





Presione nuevamente Clr y Confirme así el borrado de los datos. El procedimiento puede repetirse para borrar otros resultados almacenados.



Para cancelar el procedimiento, presione START o bien gire el selector rotativo de funciones.

4.2 Comunicación RS 232

Los resultados almacenados previamente pueden transferirse a la PC dónde se formarán los informes finales del / los ensayos efectuados. Para esto es necesario disponer del paquete PC Smart Link que se incluye en el equipo standard. Los requisitos del sistema son los siguientes: El programa SmartLink.exe está basado en el sistema operativo Windows 95 / 98 de Microsoft para ser usado en PC o compatibles.

Cómo transferir los resultados almacenados

- Instale el ***PC SmartLink*** en la PC
- Defina las características del puerto serie COM en el menú **COM Port Configuration**.
- Encienda el instrumento.
- Conecte puerto **COM 1** o **COM 2** de la PC al instrumento mediante el cable serie como se muestra el a siguiente ilustración.

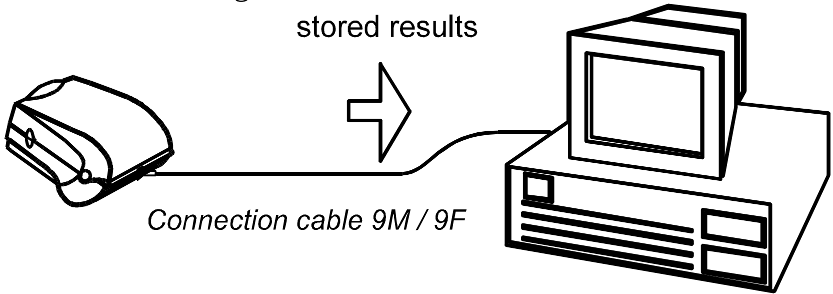


Figura 21. Conexión del Medidor de resistencia de Tierra a una PC

- Ejecute el programa SmartLink.exe.
- Presione el botón **“ Receive Results ”** el tercero de la izquierda. La PC y el instrumento se reconocen automáticamente.
- El programa en la PC habilita los procedimientos siguientes:
  - Transmitir los datos;
  - Prepara una formulario simple de informe;
  - Prepara un archivo para importar a una hoja de cálculo.

4.3 Restablecimiento del instrumento

Si durante el uso del instrumento, se observa funcionamiento errático, o directamente defectuoso se recomienda reinicializar el instrumento. Debe tenerse en cuenta que los resultados de mediciones que estuvieran almacenados en el instrumento se pierden dafinitivamente si se debe efectuar este procedimiento. Por esta razón, es recomendable transferir periódicamente los resultados de las mediciones a una PC, para minimizar la cantidad de datos perdidos durante este procedimiento.

Cómo restablecer el instrumento :

Apague el instrumento.



Presione **Clr** mientras enciende el instrumento girando el selector rotativo. El display indicará **rES** parpadeando (usando los segmentos numéricos) ;



Presione nuevamente **Clr** para confirmar la ejecución del comando. La indicación **Clr** queda estable por unos instantes, confirmando la finalización del comando y luego el display revierte su indicación a la correspondiente a la función antes seleccionada.

Parámetro	Función	Valor inicial
Frecuencia		50 Hz
Distancia " a " entre jabalinas	ρ_{EARTH}	10 m

Tabla 2 – Valores iniciales del instrumento

Nota:
Luego de restablecer el instrumento a sus valores por defecto (indicados en la tabla 2), el mismo pasará en forma automática al modo de selección de frecuencia (línea de alimentación) y unidades de medida.

4.4. Ajustes generales

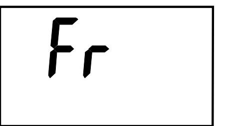
Normalmente cuando se ensaya una instalación de puesta tierra se encuentran presentes en ella tensiones y corrientes de ruido causadas principalmente por la corriente de la línea de alimentación, la que está en la vecindad cercana o lejana. La frecuencia de línea es diferente en distintos países (50 Hz en Europa y parte de América del Sur, 60 Hz en los Estados Unidos etc.). y para conseguir resultados estables y fiables, es necesario eliminar las posibles interferencias que estas señales pueden causar, por lo que es conveniente ajustar el instrumento para que rechace las señales de interferencia de frecuencia de línea. Una vez establecida la frecuencia de línea, esta permanecerá en el valor seleccionado incluso si el instrumento queda accidentalmente sin alimentación durante los cambios de baterías.

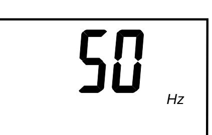
Cómo ingresar la frecuencia de línea (50 / 60 Hz) y
La unidad de Resistencia Específica de Tierra (Ω m / Ω ft).

Apague el instrumento.



Mantenga presionada la tecla ↑ mientras se enciende el instrumento con el selector giratorio el display indica **Fr** y seguidamente el valor 50 ó 60 (en Hz; el último seleccionado).





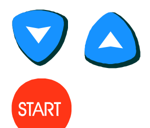




Seleccione con las teclas ↑ ó ↓ la frecuencia apropiada de línea.

Presione Start para la confirmación de Frecuencia.
El display indica ahora **LEn** (por **len**ght : longitud) y la unidad de longitud última seleccionada **m** ó **ft** la que comienza a parpadear.





Seleccione con las teclas ↑ ó ↓ la unidad apropiada.

Cada vez que se restablece el instrumento, éste ofrece la posibilidad de efectuar esta selección. (vea el procedimiento en capítulo 4.3. (Restablezca del instrumento!).

5 MANTENIMIENTO

5.1 Baterías

El símbolo de la batería "- " en la esquina superior izquierda del display LCD indica el estado de la batería baja (U bat < 4.2 V). Si se indica estado de la batería bajo, reemplácelas o proceda a la recarga según sea el caso para asegurar la exactitud de las mediciones. Observe la condición de la batería durante las mediciones. Los resultados obtenidos con voltaje de batería bajo pueden ser incorrectos (no se puede determinar el error en estas condiciones) se indican con el símbolo de batería baja - luego de finalizar la medición. El instrumento se apaga automáticamente cuando el voltaje de la batería cae por debajo de 4.0 V; el símbolo de batería baja - se muestra por unos segundos antes del apagado.

El voltaje de la fuente de alimentación nominal es 6 V CC. Use cuatro pilas de 1,5 V alcalinas, del tipo IEC LR14 (dimensiones: diámetro = 26 mm, altura = 50 mm).

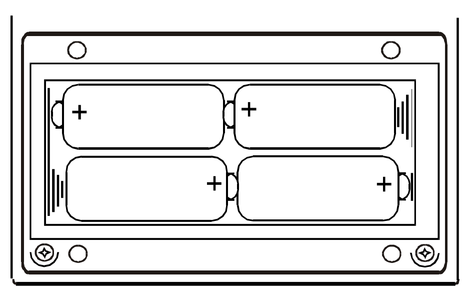


Figura 22. Inserte las pilas con la polaridad correcta.

Con un conjunto de pilas nuevas, el instrumento posee una autonomía aprox. de 50 hrs. Pueden usarse pilas recargables de NiCd o de NiMH en lugar de las alcalinas. El instrumento contiene un conector adicional para cargar las baterías.

Notas!

- ❖ Reemplace las cuatro pilas al mismo tiempo!
- ❖ No mezcle tipos y / o marcas de pilas diferentes cuando las reemplace.
- ❖ Apague el instrumento y desconecte cualquier accesorio de medición conectado a él antes de abrir la tapa del compartimiento de la batería.
- ❖ Inserte las baterías correctamente de acuerdo a la figura 22. De no hacerlo correctamente, el instrumento no operará y puede producirse la descarga de las baterías. Vea la figura indicada para la polaridad correcta de la batería.
- ❖ Si el instrumento no será usado por un período largo de tiempo quite todas las baterías del compartimiento.
- ❖ Transfiera los resultados guardados a la PC, antes de quitar las baterías!

- Los resultados se perderán si cuando las baterías están bajas el instrumento se apaga por falta de energía; en este caso, todos los parámetros ajustables por el usuario se restablecerán a sus valores iniciales una vez se hayan reemplazado las baterías, vea el párrafo 4.5.

Para asegurar el almacenamiento de los datos siga el procedimiento a continuación al reemplazar las baterías:

- Desconecte todos los cables del instrumento
- Apague el instrumento.
- Reemplace las baterías en un tiempo no superior a un minuto.
- Encienda el instrumento, no debe aparecer el mensaje **Clr mem** , indicando así que los datos guardados no han sido perdidos.

Advertencias!

- No intente recargar las pilas ó baterías alcalinas cuando estén instaladas!
- Tome en cuenta el manejo, mantenimiento, disposición temporaria, final y reciclado de las baterías / pilas descargadas, así como los requisitos definidos por las normas correspondientes de aplicación municipal o nacional y las recomendaciones o instrucciones provistas por los fabricantes de baterías alcalinas o recargables.
- Use sólo el cargador proporcionado por el fabricante de instrumento.

5.2 Limpieza

Use tela suave humedecida con agua ligeramente jabonosa o alcohol, para limpiar la superficie del Medidor de Resistencia de Tierra y deje al instrumento secarse totalmente antes de usarlo.

Notas!

- No use líquidos basados en gasolina o hidrocarburos!
- No vierta el líquido de limpieza encima del instrumento!

5.3 Calibración periódica

Las características sólo se garantizan si el instrumento se calibra por lo menos una vez por año por un Laboratorio de calibración debidamente acreditado, ó departamento de servicio competente. Tome contacto con el proveedor de este instrumento a este respecto.

Servicio

Para las reparaciones dentro o fuera del período de validez de la garantía tome contacto con su distribuidor únicamente.

Fabricante:

METREL d.d.
Horjul 188
1354 Horjul
Eslovenia
Tel: +386 1 7558 200
Fax: +386 1 7549 095

El instrumento no debe ser abierto por personal no debidamente autorizado por el fabricante o su representante local. No existen partes reemplazables o reparables por el usuario dentro del

instrumento. La apertura indebida, modificación o intento de reparación, por parte de terceras personas no autorizadas dará lugar a modificaciones de las condiciones y / o plazos de garantía, o a su cancelación anticipada.

6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1 Funciones

Resistencia de Tierra – Método de cuatro terminales o jabalinas.

Rango de medición de R_E = (de 0,11 a 19,99 k) Ω

Rango de la lectura (Ω)	Resolución (Ω)	Exactitud
0,00 ÷ 19,99	0,01	± (2 % de la lectura. + 3 dig)
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 999	1	
1,000k ÷ 1,999 k	1	
2,00k ÷ 19,99 k	10	± (5 % de la lectura)

Error adicional por valor de Rc. ó Rp. máximo = ± (3 % de r. + 10 Dig.)
Valor máx. de Rc = (4 kΩ + 100 R_E) o 50 k Ω (el más bajo)
Valor máx. de Rp = (4 kΩ + 100 R_E) o 50 k Ω (el más bajo)
Error adicional @ 3 V –ruido (50 Hz) ± (5 % de lectura + 10 D)
Tensión a circuito abierto 40 V C. A.
Forma de onda de la señal de prueba: Senoidal
Frecuencia de la señal de prueba 125 / 150 Hz
Corriente de cortocircuito < 20 mA
Medición automática de la resistencia de jabalinas .
Medición automática de tensión de ruido.

Método de medición de Resistencia de Tierra con una pinza y cuatro terminales

Todos los datos técnicos listados para el método de cuatro terminales son válidos, excepto los listados a continuación
Rango de la medición R_E (0,11 ÷ 1,99 k) Ω

Rango de la lectura (Ω)	Resolución (Ω)	Exactitud
0,00 ÷ 19,99	0,01	± (2% de lectura. + 3D)
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 999	1	
1,00 k ÷ 1,99 k	10	

Especificaciones adicionales:
Error adicional a la mínima corriente de ruido (símbolo activado)
(válido a la relación $R_{Earthtotal}$ / RS = ½) ± (10 % de lect. + 10 Dig.)
Corriente de Activación del símbolo de ruido > 2,1 A aprox.
Error adicional de relación de resistencias R_S / $R_{Earthtotal}$ 1 %
Nivel de indicación de baja corriente < 0,5 mA
Prueba automática de corriente de ruido.
Se debe considerar el error adicional introducido por la pinza de corriente.

Resistencia de tierra - Método de dos pinzas.

Rango de Lectura de R_E (Ω)	Resolución (Ω)	Exactitud *
0,0 ÷ 19,9	0,1	± (10 % de lectura. + 2 Dig.)
20 ÷ 100	1	± (20 % de lectura)

* La distancia entre las pinzas >30 centímetros
Error adicional a la mín. corriente de ruido (símbolo activado) ± (10 % de lect. + 10 Dig.)
Corriente de activación de indicación de Ruido I noise / I signal > 100
Se debe considerar el error adicional introducido por la pinza de corriente.

Resistencia Específica de Tierra (Resistividad de Tierra)

Son válidas las especificaciones correspondientes al método de cuatro terminales, a excepción de los indicados más abajo (Tabla de rangos de display).

Rango de Lectura ρ (Ω m – f t)	**Resolución (Ω m – f t)**	**Exactitud**
0,00 ÷ 19,99	0,01	Considerar la exactitud de RE de la medida $\rho = 2 \pi a R_E$
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 1999	1	
2,00k ÷ 19,99k	10	
20,0k ÷ 199,9k	0.1k	± (5 % de lectura)
200k ÷ 999k (a < 8 m – f t) 200k ÷ 1999k (a ≥ 8 f t)	1k	

Distancia entre las varas de la prueba 1 a 30 m ó 1 a 90 ft

Corriente (True RMS)

Rango de lectura I (A)	**Resolución (A)**	**Exactitud**
0,0 m ÷ 99,9 m	0,1 m	÷ (5 % de lectura. + 3 Dig.)
100 m ÷ 999 m	1 m	÷ (5 % de lectura)
1,00 ÷ 9,99	0,01	
10,0 ÷ 19,9	0,1	

Resistencia de la entrada 10 Ω / 1 W
Relación de transformación 1 A / 1 mA
frecuencia nominal 50 / 60 Hz. Debe considerarse el error adicional de la pinza.

6.2 Accesorios Standard

Vea la hoja adjunta para comparar los accesorios standard con los recibidos.

6.3 Accesorios optativos

Vea la hoja adjunta para verificar la lista de accesorios optativos disponibles que pueden suministrarse bajo pedido.

Características Generales

Alimentación:	6 V C.C. (4 × 1,5 V; pila alcalina IEC LR 14) ó 4.8 V C.C. (4 × 1.2 V; pila recargable NiCd, NiMH tipo IEC LR 14)
Tiempo de recarga de batería:	1.5 hrs. para carga completa (usando el cargador rápido)
Auto apagado:	sí, aproximadamente 10 min. después de la última actividad
Advertencias visuales:	sí
Dimensiones (ancho × altura × prof.):	15.5 × 9.5 × 19 centímetros
Peso (sin los accesorios, con las baterías)	1,3 kg
Display :	LCD diseño especial
Memorias:	1000 medidas (hasta 4 datos por posición ocupada)
Conexión a PC :	RS 232 (9600 baudio, no paridad, 8 bit datos 1 bit de Stop)
Clasificación de la protección:	Doble aislamiento.
Grado IP de protección:	IP 44
Rango de Temp :	0 ÷ 40 °C
Rango nominal de Temp.	10 ÷ 30 °C
Humedad rel. máxima:	85 % RH (0 ÷ 40 °C)
Humedad nominal (referencia) el rango	40 ÷ 60 % RH